

EP 33/7



REC'D	24 NOV 1999
WIPO	PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

ESU

Bescheinigung

Die Continental Teves AG & Co oHG in Frankfurt am Main/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren und Vorrichtung zum Aufbereiten eines empfangenen Signals, das Daten codiert übermittelt"

am 27. Oktober 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht und erklärt, daß sie dafür die Innere Priorität der Anmeldung in der Bundesrepublik Deutschland vom 6. August 1998, Aktenzeichen 198 35 551.3, in Anspruch nimmt.

Die Prioritätserklärung gilt jedoch wegen Nichterfüllung der Formalien gemäß § 40 Abs. 4 PatG als nicht abgegeben.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 03 M und H 04 L der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 12. Oktober 1999
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Brand

Aktenzeichen: 198 49 408.4

Verfahren und Vorrichtung zum Aufbereiten eines empfangenen Signals, das Daten codiert übermittelt

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Aufbereiten eines empfangenen Signals, das Daten codiert übermittelt, gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Wenn ein empfangenes Signal, das codierte Daten enthält, aufbereitet und decodiert werden soll, müssen empfängerseitig bestimmte Voraussetzungen bekannt sein, auf deren Grundlage senderseitig die Codierung erfolgte, so daß die Decodierung schnell und zuverlässig erfolgen kann. Beispielsweise muß empfängerseitig das Codierverfahren bekannt sein (z.B. flankencodiert, binär, PWM, AM, FM). Da codierte Daten üblicherweise zeitseriell übertragen werden, muß bei bestimmten Codierverfahren, beispielsweise bei flankencodierten, binären Signalen oder bei PWM (Pulsweitenmodulation) auch die Zeitbasis bekannt sein, auf deren Grundlage die Codierung erfolgt, damit empfängerseitig richtig decodiert werden kann.

Aus der Druckschrift DE 19650935 A1 ist z.B. die senderseitige Gestaltung eines Daten übertragenden Signals bekannt. Es handelt sich hierbei um eine Anwendung im Fahrzeugbau, insbesondere darum, Daten von einem aktiven Radsensor zu einer übergeordneten Regelungseinrichtung zu übertragen. Ein solches System ist schematisch in Fig. 1 gezeigt. An einem Rad 106 ist einerseits ein Sensor 107 sowie andererseits eine Bremse 108 angebracht. Der Sensor 107 ist ein "aktiver" Sensor, was bedeutet, daß er nicht nur einlaufende elektrische Signale verändert (Spannung oder Strom), sondern seinerseits Signale aktiv gestaltet, um Informationen vom Rad 106 an eine

- 2 -

übergeordnete Einrichtung 101 zu übertragen. Über eine Leitung 105 ist der Sensor 107 mit der Einrichtung 101 verbunden, wobei die Leitung 105 aus mehreren einzelnen Leitungen bestehen kann. Vom Sensor 107 aus werden verschiedene, das Rad 106 betreffende Informationen übertragen. Zunächst ist eine die Raddrehzahl betreffende Information zu übertragen. Darüber hinaus können andere Informationen übertragen werden, beispielsweise Temperatur, Bremsbackenverschleiß oder ähnliches. Da sich der Sensor 107 in einer vergleichsweise "rauen" Umgebung, nämlich direkt am Rad befindet (Vibrationen, Temperaturunterschiede, Feuchtigkeit), und andererseits der Verkabelungsaufwand einfach gehalten werden soll, damit er wenig fehleranfällig ist, muß das Datenübertragungsverfahren so gestaltet werden, daß es trotz der oben beschriebenen, widrigen Umstände zuverlässig funktioniert.

Das System aus Fig. 1 weist in der Steuerungs- bzw. Regelungseinrichtung 101 eine erfindungsgemäße Vorrichtung 104 zur Aufbereitung eines Signals, das Daten codiert übermittelt, auf, daran anschließend eine Decodiereinrichtung 103, die über eine Leitung 112, die aus mehreren einzelnen Leitungen bestehen kann, mit der Vorrichtung 104 verbunden ist, und danach eine Steuerung 102, die nach Maßgabe der empfangenen Signale (auch weiterer, nicht gezeigter Eingangssignale) einerseits Ansteuerdaten für das betrachtete Rad liefert und andererseits andere Daten, beispielsweise Alarme für Alarmeinrichtungen 111 oder ähnliches erzeugt. Die Steuerung 102 kann bspw. elektrische Ansteuersignale an einen Ventilblock 110 abgeben, der seinerseits über eine Hydraulikleitung 109 die Radbremse 108 beeinflusst.

- 3 -

Das im aktiven Sensor 107 erzeugte, über Leitung 105 an die erfindungsgemäße Vorrichtung 104 übertragene Signal kann so gestaltet sein, wie es in der DE 19650935 beschrieben ist. Es kann wie in Fig. 2 aussehen. Das vom Sensor 107 erzeugte Signal weist verschiedene Impulse auf, nämlich einen Radimpuls 201 und danach folgend Datenimpulse 203 mit dazwischenliegenden Impulspausen 202, 204 unterschiedlicher Bedeutung. Die erste Impulspause 202 kann senderseitig eingestellt werden und dient zur Zeitverzögerung vor der Übertragung von codierten Daten nach dem Radimpuls 201. Die Impulspausen 204 sind Datenimpulspausen, die ebenso wie die Datenimpulse 203 amplitudencodierte, binäre Daten anzeigen, die mit einem Zeittakt t_p codiert wurden, der der idealen Breite des Radimpulses 201 entspricht. Die Datenimpulse 203 und Datenimpulspausen 204 haben ebenso die ideale Breite t_p . Die Impulspause 202 hat eine Breite von $t_p/2$, damit nach dem Ende eines Radimpulses 201 die Datenimpulse 203 und Datenimpulspausen 204 im Abstand von t_p abgetastet werden können. Die Zeitverhältnisse zwischen Radimpuls, Datenimpuls und Impulspause müssen empfängerseitig bekannt sein, damit die Daten korrekt aufbereitet und decodiert werden können. Die Zeitbasis t_p ist entweder empfängerseitig bekannt oder kann vorzugsweise bei der Aufbereitung durch Zeitmessung, z.B. Ausmessung der Impulsbreite, erhalten werden.

Vorzugsweise haben der Radimpuls 201 eine höhere Amplitude als die Datenimpulse 203. In Fig. 2 haben der Radimpuls 201 eine Amplitude, die höher als ein zweiter Schwellenwert SW2 und niedriger als ein dritter Schwellenwert SW3 ist, die Datenimpulse 203 eine Amplitude, die höher als ein erster

- 4 -

Schwellenwert SW1, aber niedriger als SW2 ist, und die Impulspausen 202, 204 eine Amplitude, die höher als ein unterer Schwellenwert SW0, aber niedriger als SW1 ist. Dabei liegt der untere Schwellenwert SW0 oberhalb einer Nulllinie 205. Auf einen Radimpuls folgt eine begrenzte Anzahl von Datenimpulsen. Die codierten Daten zeigen beispielhaft eine Bitfolge von 011001, d.h. ein Datenimpuls 203 zeigt eine logische "1" und eine Datenimpulspause 204 eine logische "0". Die Abfolge aus einem Radimpuls 201 und Datenimpulsen 203 bzw.

Datenimpulspausen 204 wird periodisch abgegeben, wobei die Periodendauer senderseitig nach Maßgabe der Raddrehzahl bestimmt wird, so daß nach den Datenimpulsen 203 wieder ein Radimpuls 201 mit erneuten Datenimpulsen 203 und/oder Datenimpulspausen 202, 204 folgt. Die Raddrehzahl kann dann aus dem Abstand aufeinanderfolgender Radimpulse 201 ermittelt werden. Zwischen aufeinanderfolgenden Radimpulsen 201 wird in Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand der Radimpulse 201 eine geeignete Anzahl von Datenimpulsen 203 bzw. Datenimpulspausen 204, übertragen, mit der die weiteren Informationen wie z.B. Bremsbelagverschleiß, Bremsentemperatur, Bremsflüssigkeits-temperatur oder Bremsflüssigkeitszustand etc. vom Rad über die Leitung 105 zur erfindungsgemäßen Vorrichtung 104 übertragen werden können. Je kleiner der zeitliche Abstand zwischen den aufeinanderfolgenden Radimpulsen 201 ist, desto weniger Datenimpulse 203 bzw. Datenimpulspausen 204 können übertragen werden.

In der älteren Anmeldung DE 198 08 575.3 mit dem Titel "Verfahren und Vorrichtung zur Aufbereitung eines empfangenen, Daten codiert übermittelnden Signals" wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Aufbereitung von auf oben beschriebene

Weise codierten Daten angegeben. Dort werden die Breite t_m eines empfangenen Radimpulses, die im optimalen Fall t_p entspricht, als Zeitbasis bestimmt und danach die Datenimpulse in regelmäßigen Abständen t_m abgetastet. Da die Flanken der übertragenen Impulse jedoch nicht ideal unendlich steil sind, sondern eine endliche Steigung aufweisen, wobei die Steigung durch die Umwelteinflüsse von Impuls zu Impuls, insbesondere von Radimpuls zu Radimpuls unterschiedlich sein kann, kann ein Fehler bei der Bestimmung der Zeitbasis entstehen, so daß diese nicht mehr der Breite der Datenimpulse entspricht. Dieses erweist sich in der o.g. früheren Anmeldung als nachteilig, da sich dieser Fehler bei der Datenaufbereitung akkumulieren kann, so daß die maximale Anzahl von Daten, die zwischen zwei Radimpulsen sicher aufbereitet werden können, begrenzt ist.

Das obige Problem wurde anhand einer Anwendung im Fahrzeugbau beschrieben. Es kann sich aber auch bei anderen Anwendungen ergeben.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Aufbereitung eines Signals, das Daten codiert übermittelt, anzugeben, die eine zuverlässige Decodierung der übertragenen Daten erlauben und die Anzahl zu übertragender Daten nicht einschränken.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Abhängige Ansprüche sind auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung gerichtet.

M 21.10.99

- 6 -

Bevor erfindungsgemäße Ausführungsformen näher beschrieben werden, wird bezugnehmend auf Fig. 3 ein erfindungsgemäßes Codierverfahren erläutert.

Ein vom Sensor 107 kommendes ideales Signal kann dementsprechend beschaffen sein. Dort sind die binären Daten nicht amplitudencodiert, sondern flankencodiert. Das Signal enthält einen Radimpuls 301 und Datenimpulse 305 mit Datenflanken 303, wobei die Breite des Radimpulses 301 wiederum t_p ist und die Daten mit dem Zeittakt t_p codiert wurden, d.h. die Datenflanken 303 haben idealerweise einen Abstand von t_p voneinander. Für die Amplituden der Impulse gilt vorzugsweise dasselbe wie in Fig. 2. Die codierten Daten zeigen wie in Fig. 2 die beispielhafte Bitfolge von 011001, wobei hier eine ansteigende Datenflanke eine logische "1" und eine abfallende Datenflanke eine logische "0" zeigt. Natürlich können die Flanken auch die umgekehrten Bitwerte oder noch andere Werte zeigen. In Fig. 3 ist zu sehen, daß eine Zwischenflanke 304 notwendig ist, wenn z.B. aufeinanderfolgende Bits mit dem gleichen logischen Wert übertragen werden sollen, da z.B. zwei aufeinanderfolgende codierte abfallende Flanken nur übertragen werden können, wenn dazwischen eine aufsteigende Flanke liegt. Die Zwischenflanken 304 tragen keine Dateninformation und dürfen deshalb empfängerseitig nicht aufbereitet werden.

Die Abfolge aus einem Radimpuls 301 und Datenimpulsen 305 wird ebenso wie die Signalfolge in Fig. 2 periodisch abgegeben. Die Raddrehzahl kann dann wiederum aus dem Abstand aufeinanderfolgender Radimpulse 301 ermittelt werden. Zwi-

- 7 -

schen aufeinanderfolgenden Radimpulsen 301 wird in Abhängigkeit vom zeitlichen Abstand der Radimpulse 301 eine geeignete Anzahl von Datenimpulsen 305 mit o.g. weiteren Informationen übertragen.

Auch hier müssen die Zeitverhältnisse zwischen Radimpuls, Datenimpuls und Impulspause empfängerseitig bekannt sein. Wenn der Sender, wie oben beschrieben, in rauher Umgebung eingesetzt ist, so daß aufgrund wechselnder Umwelteinflüsse die Signalflanken, insbesondere die Radimpulsflanken unterschiedlich steil sind, kann der Zeittakt, auf dessen Grundlage die Codierung erfolgt, empfängerseitig nur ungenau bestimmt werden. Dieses stellt ein Problem dar. Außerdem kann der Zeittakt selbst aufgrund der rauhen Umgebung Schwankungen unterliegen. Es kann dann nicht von einer festen Zeitbasis ausgegangen werden. Vielmehr kann der Zeittakt variieren, so daß er von Fall zu Fall dem Empfänger neu mitgeteilt werden muß.

Erfindungsgemäß wird mit dem übertragenen Signal eine Information über den Zeittakt, auch als Codiertakt bezeichnet, übertragen, auf dessen Grundlage die Codierung erfolgte. Dabei ist mit Codiertakt der Takt gemeint, mit dem die Datenbits aufeinanderfolgen. Dieses muß nicht der Arbeitstakt einer Codierschaltung und auch nicht der Arbeitstakt einer Schaltung zur Aufbereitung der Daten sein, kann aber nach Maßgabe eines solchen Schaltungstaktes gewählt werden. Empfängerseitig wird diese den Codiertakt betreffende Information als eine Zeitkonstante ermittelt. Nach deren Maßgabe wird die weitere Aufbereitung des empfangenen Signals vollzogen.

M 21.10.99

- 8 -

Nach Maßgabe der Zeitkonstante wird ein Zeitpunkt oder ein Zeitfenster gesetzt, zu dem bzw. in dem ein erster Signalteil, der eine erste Flanke hat, aufbereitet wird. Weiterhin wird nach Maßgabe der Zeitkonstante und in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der ersten Flanke ein zweiter Zeitpunkt bzw. ein zweites Zeitfenster gesetzt, zu dem bzw. in dem ein zweiter Signalteil aufbereitet wird. Dabei ist ein Zeitfenster ein Zeitbereich, in dem die Erkennung von Flanken oder allgemein die Signalaufbereitung zugelassen ist. Ein weiteres Zeitfenster wird jeweils ausgehend von einer in einem vorherigen Zeitfenster erkannten Signalfanke gesetzt, wobei der Zeitpunkt des Beginns und die Breite des Zeitfensters von der Zeitkonstante abhängen. Wird in diesem Zeitfenster eine weitere Flanke erkannt, so kann diese Flanke als neuer Ausgangspunkt für ein weiteres Zeitfenster genommen werden. Ein Vorteil besteht darin, daß eine früher oder später als erwartet kommende Flanke erkannt werden kann, da innerhalb eines Zeitbereiches um den erwarteten Zeitpunkt einer Flanke eine Flankenerkennung möglich ist. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß sich dadurch, daß angepaßt an den tatsächlichen Zeitpunkt einer Flanke ein neuer Flankenerkennungszeitbereich festgelegt wird, ein Fehler bei der Bestimmung der Zeitkonstante nicht akkumulieren kann, wodurch wiederum die maximale Anzahl von Daten, die zwischen zwei Radimpulsen sicher aufbereitet werden können, nicht begrenzt ist.

Vorzugsweise erfolgt die Übermittlung der den Codiertakt betreffenden Information zu Beginn der Datenübertragung. Dann kann die Zeitkonstante auch zu Beginn der Aufbereitung ermittelt werden, so daß die jeweils neueste Information zur Aufbereitung der folgenden Daten verwendet werden kann. Bei

"oft" wiederkehrenden Signalfolgen kann aber auch eine in einem früheren Zyklus gewonnene Zeitkonstante für einen nachfolgenden Zyklus verwendet werden. Die gewonnene Zeitkonstante kann beispielsweise einer Bitdauer oder z.B. bei flankencodierten Daten dem zeitlichen Abstand zwischen zwei Datenflanken im empfangenen Signal entsprechen oder zumindest eine Rückschluß darauf erlauben, wenn binär codiert wurde, beispielsweise über einen proportionalen Zusammenhang. Bei Pulsbreitenmodulation kann die gewonnene Zeitkonstante eine mittlere Impulsdauer bezeichnen oder ähnliches.

Fig. 4 verdeutlicht eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Aufbereitung eines empfangenen Signals, das Daten codiert übermittelt. Das Signal weist Impulse mit realen, endlich steilen Flanken auf. Die Breite oder Zeitdauer des Radimpulses 401 wird als Zeitkonstante t_m bestimmt.

Hierbei wird die Breite als Zeitdauer zwischen dem Zeitpunkt des Überschreitens des zweiten Schwellenwertes SW2 und dem Unterschreiten des ersten Schwellenwertes SW1 bestimmt. Die Zeitkonstante t_m kann aber auch anders festgelegt sein, z.B. als Zeitdauer zwischen Über- und Unterschreiten des ersten Schwellenwertes SW1 oder zweiten Schwellenwertes SW2 oder noch anders.

Die grauen Bereiche sind Zeitfenster 403, die die aufzubereitenden Datenflanken 402 umgeben. Die hellen Bereiche dazwischen enthalten Zwischenflanken 404, die bei der Datenaufbereitung nicht berücksichtigt werden dürfen, da sie keine Dateninformation tragen. Nur eine Flanke, die innerhalb eines Zeitfensters 403 liegt, darf und kann als Datenflanke 402

M 21.10.99

- 10 -

erkannt werden. Dafür muß das Zeitfenster 403 entsprechend gewählt werden.

Nach Maßgabe der Zeitkonstante t_m werden zwei Zeitdauern t_1 und t_3 bestimmt, wobei die erste Zeitdauer t_1 das Öffnen eines Zeitfensters 403 und die dritte Zeitdauer t_3 das Schließen eines Zeitfensters 403 bestimmt. Dabei wird ein geöffnetes Zeitfenster 403 ausgehend von einer in diesem Zeitfenster 403 erkannten Flanke 402 nach der dritten Zeitdauer t_3 geschlossen. Ein nächstes Zeitfenster 403 wird ausgehend von der im vorigen Zeitfenster 403 erkannten Flanke 402 nach einer ersten Zeitdauer t_1 geöffnet. Hierbei bedeuten "Öffnen" eines Zeitfensters 403 den Beginn und "Schließen" eines Zeitfensters 403 das Ende eines Zeitraums, in dem die Flankenerkennung zugelassen ist.

Somit bestimmt der Zeitpunkt des Erkennens einer Datenflanke 402 in einem Zeitfenster 403 den Zeitpunkt für das Schließen des momentanen und das Öffnen des nächsten Zeitfensters 403, in dem eine weitere Datenflanke 402 erwartet wird. Dabei ist es vorteilhaft, aber nicht zwingend, daß das Schließen des einen und das Öffnen des folgenden Zeitfensters 403 von derselben Flanke bzw. von der zuletzt erkannten Flanke ausgeht. Es wird davon ausgegangen, daß die Datenflanken idealerweise gleichen Abstand voneinander haben, da ja mit einem festen Codiertakt codiert wurde. Entsprechend werden auch die Zeitdauern t_1 und t_3 und damit die Zeitfenster 403 gesetzt. Die erste Zeitdauer t_1 muß so bestimmt werden, daß das Zeitfenster 403 erst geöffnet wird, nachdem eine eventuelle Zwi-

schenflanke 404 aufgetreten ist. Außerdem muß ein Zeitfenster 403 vor dem Auftreten einer Zwischenflanke 404 geschlossen werden. Kommt eine Datenflanke 402 in einem Zeitfenster 403 zu früh oder zu spät, so wirkt sich dieses nicht negativ auf die Erkennung der folgenden Datenflanken 402 aus, da die Zeitfenster 403 adaptiv in Abhängigkeit von jeweils einer vorherigen, vorzugsweise der zuletzt erkannten Datenflanke 402 gesetzt und somit nicht starr nach einem festen Zeitschema festgesetzt werden. Ein fehlerhafte Bestimmung der Zeitkonstante t_m kann sich deshalb ebenfalls nicht in großem Maße auswirken, da sich dieser Fehler für jedes Zeitfenster gleich auswirkt und nicht akkumuliert. Dadurch, daß die Aufbereitung nicht zu bestimmten Zeitpunkten, sondern irgendwann innerhalb eines breiteren Zeitraums (Zeitfenster) geschieht, besteht die Möglichkeit, auch zu früh oder zu spät kommende Datenflanken zu erkennen, wobei das Zeitfenster nur so breit gewählt werden darf, daß die Zwischenflanken 404 nicht erkannt werden.

Sind die Daten nicht flankencodiert, sondern z.B. amplitudencodiert und sollen zu bestimmten Zeitpunkten aufbereitet werden, so kann statt des Zeitfensters ein Zeitpunkt nach Maßgabe der Zeitkonstante t_m zum Datenaufbereiten bestimmt werden, wobei der Zeitpunkt in Abhängigkeit vom Zeitpunkt einer Signalflanke gesetzt wird.

Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung werden nun anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Dabei zeigen:

M 21.10.99

- 12 -

Fig. 1 ein Anwendungsbeispiel der Erfindung im Fahrzeugbau,

Fig. 2 einen bekannten idealen Signalverlauf,

Fig. 3 einen erfindungsgemäßen idealen Signalverlauf,

Fig. 4 einen erfindungsgemäßen realen Signalverlauf mit einer schematischen Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 5 einen erfindungsgemäßen realen Signalverlauf einer schematischen Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 6 ein Blockdiagramm einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 7 zwei Zeitdiagramme zur Verdeutlichung von erfindungsgemäßen Ausführungsformen,

Fig. 8 zwei reale erfindungsgemäße Signalverläufe mit einer schematischen Darstellung einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 9 eine Ausführungsform einer Schaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung, und

Fig. 10 eine graphische Darstellung einer "state machine".

Fig. 3 zeigt einen idealen Signalverlauf für flankencodierte Daten, wobei das Verfahren, bei dem die Daten flankencodiert

übertragen werden, ebenfalls als Erfindung betrachtet wird. Das Signal weist Impulse auf, von denen vorzugsweise der erste ein Radimpuls 301 ist und die weiteren Impulse Datenimpulse 305 mit codierten Datenflanken 303 und Zwischenflanken 304 sind. Die Datenflanken 303 haben einen Abstand t_p voneinander, und der Abstand zwischen einer Daten- 303 und Zwischenflanke 304 beträgt vorzugsweise $t_p/2$. Die erste Datenflanke 303 tritt nach der Zeit t_p nach der abfallenden Flanke des Radimpulses 301 auf. Da diese Datenflanke 303 in diesem Fall ebenfalls eine fallende Flanke ist, wird zwischen den beiden abfallenden Flanken eine Zwischenflanke 304 gesendet.

Ein erfindungsgemäßes Signal besteht vorzugsweise aus unterscheidbaren Impulsen, wobei die Impulse vorzugsweise Stromimpulse sind, aber auch z.B. Spannungsimpulse sein können. Dabei ist die Amplitude des Radimpulses vorzugsweise höher als der zweite Schwellenwert SW2 und niedriger als ein dritter Schwellenwert SW3. Damit kann er von den übrigen Impulsen, deren Amplitude vorzugsweise höher als der erste Schwellenwert SW1, aber niedriger als der zweite Schwellenwert SW2 ist, unterschieden werden. Ist eine Impulsamplitude höher als der dritte Schwellenwert SW3, so kann er ebenso wie eine Amplitude, die niedriger als der unterere Schwellenwert SW0 ist, als Fehler erkannt werden. Somit können in dieser Ausführungsform fünf Amplitudenbereiche unterschieden werden: Ein fehlerhafter Bereich I_0 unterhalb SW0, ein Bereich I_G zwischen SW0 und SW1, in dem das Signalminimum auf einem Niveau liegt, das die Energieversorgung des aktiven Sensors 107 darstellt, ein Bereich $I_{H,D}$ zwischen SW1 und SW2, in dem die Amplituden der Datenimpulse 305 bzw. eines im folgenden näher

beschriebenen Hilfsimpulses liegen, ein Bereich I_R zwischen SW2 und SW3 für die Amplitude eines Radimpulses 301 und ein oberer fehlerhafter Bereich I_F oberhalb von SW3.

Wenn sich das Rad sehr langsam bewegt oder stillsteht, wird der Radimpuls 401 durch einen Hilfsimpuls 501 wie in Fig. 5 gezeigt ersetzt. Da ein Hilfsimpuls 501 vorzugsweise in etwa die gleiche Amplitude wie ein Datenimpuls 405 hat, muß er von diesem auf eine andere Weise zu unterscheiden sein. Senderseitig und empfängerseitig ist beispielsweise die maximale Anzahl A_B von zwischen zwei Radpulsen zu übertragenden Datenbits bekannt. Vorzugsweise ist $A_B = 9$. Empfängerseitig kann dann eine fünfte Zeitdauer t_5 nach Maßgabe der Zeitkonstante t_m bestimmt werden, innerhalb derer die maximale Anzahl A_B von Datenbits ausgehend vom Ende eines vorherigen, vorzugsweise letzten Rad- oder Hilfsimpulses übertragen werden. Das Ende eines Rad- oder Hilfsimpulses kann dabei das Unterschreiten des ersten Schwellenwertes SW1 sein. Dann wird die Zeitdauer t_5 abgewartet, bis frühestens ein Impuls, der eine Amplitude im Bereich $I_{H,D}$ aufweist, als Hilfsimpuls 501 und nicht als Datenimpuls 305 erkannt wird, vorausgesetzt, es ist in der Zwischenzeit kein Radimpuls 401 aufgetreten. Die Zeitdauer t_5 kann ein ganzzahliges Vielfaches n der Zeitkonstante t_m sein, wobei $n \geq A_B + 1$, vorzugsweise $n = A_B + 2$ gilt. Auch der Hilfsimpuls hat vorzugsweise dieselbe Breite t_m wie der Radimpuls 401 und kann somit die Information über den Codiertakt tragen.

In Fig. 6 ist eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen

Vorrichtung 104 dargestellt. Die Vorrichtung 104 erhält über die Leitung 105 die vom Sensor 107 kommenden Signalimpulse. Die Signalimpulse können mehreren Einrichtungen innerhalb der Vorrichtung 104 zugeführt werden. Sie werden von einer Impulserkennungseinrichtung 601 ausgewertet. Dafür weist die Impulserkennungseinrichtung 601 eine Schwellenwertvergleichseinrichtung 602 auf, die die Signalimpulse z.B. mit den in Fig. 3 dargestellten Schwellenwerten SW0, SW1, SW2 und SW3 vergleicht. Entsprechend dem Ergebnis des Vergleiches entscheidet die Impulserkennungseinrichtung 601, ob es sich um einen Rad- 401, Daten- 405 bzw. Hilfsimpuls 501 oder einen Fehler handelt.

Hat die Impulserkennungseinrichtung 601 einen Rad- 401 oder Hilfsimpuls 501 erkannt, wird ein erster Zähler 606 einer ersten Ermittlungseinrichtung 605 zurückgesetzt und gestartet. Der erste Zähler 606 wird angehalten, wenn der Rad- 401 oder Hilfsimpuls 501 den ersten Schwellenwert SW1 unterschritten hat. Die erste Ermittlungseinrichtung 605 ermittelt daraus die Zeitkonstante t_m , die sie an eine Zeitfenstersetzeinrichtung 607 und an die Impulserkennungseinrichtung 601 weitergibt.

Die Zeitfenstersetzeinrichtung 607 weist eine zweite Ermittlungseinrichtung 608 auf, die die erste t_1 , dritte t_3 und eine sechste Zeitdauer t_6 , die das Öffnen und Schließen eines Zeitfensters 403 bestimmen, ermittelt und entsprechende Werte, die der Einfachheit halber auch mit t_1 , t_3 und t_6 bezeichnet werden, an eine erste Zeitdauervergleichseinrichtung 610 weitergibt. Der Stand eines zweiten Zählers 609 wird in der ersten Zeitdauervergleichseinrichtung 610 mit den Werten t_1 , t_3 und t_6 verglichen. In Abhän-

M 21.10.99

- 16 -

gigkeit vom Ergebnis dieses Vergleichs öffnet oder schließt die Zeitfenstersetzeinrichtung 607 ein Zeitfenster 403. Näheres hierzu wird später beziehend auf Fig. 7 beschrieben. Der Ausgang der Zeitfenstersetzeinrichtung 607 ist mit einer Flankenerkennungseinrichtung 611, einer Fehlererkennungseinrichtung 612 und mit einer Speichereinrichtung 613 verbunden, um den jeweiligen Einrichtungen mitzuteilen, wann ein Zeitfenster 403 geöffnet ist.

Die Impulserkennungseinrichtung 601 weist eine dritte Ermittlungseinrichtung 603 auf, die eine Zeitdauer t_5 ermittelt und einen entsprechenden Wert, der im folgenden der Einfachheit halber auch mit t_5 bezeichnet wird, an eine zweite Zeitdauervergleichseinrichtung 604 weitergibt. Dort wird der Zählerstand eines dritten Zählers 617 mit t_5 verglichen. Der dritte Zähler 617 kann dann, wenn er bis t_5 gezählt hat, angehalten werden oder weiterzählen. Ist der Zählerstand des dritten Zählers 617 größer oder gleich t_5 , so erkennt die Impulserkennungseinrichtung 601 einen Impuls im Bereich $I_{H,D}$ als Hilfsimpuls 501, ansonsten als Datenimpuls 405. Von der Impulserkennungseinrichtung 601 erhält die Zeitfenstersetzeinrichtung 607 Nachricht, wenn der dritte Zähler 617 bis t_5 gezählt hat, so daß die Zeitfenstersetzeinrichtung 607 keine neues Zeitfenster 403 öffnet.

In Fig. 5 ist der Zählerstand 502 des dritten Zählers 617 über einem beispielhaften Signalverlauf dargestellt.

Der dritte Zähler 617 wird zurückgesetzt und neu gestartet, wenn ein Rad- 401 oder Hilfsimpuls 501 den ersten Schwel-

- 17 -

lenwert SW1 unterschritten hat.

Hat die Flankenerkennungseinrichtung 611 eine Flanke in einem geöffneten Fenster erkannt, gibt sie das Ergebnis an die Speichereinrichtung 613 weiter, wo das erkannte Datenbit in einem Datenspeicher 614 gespeichert wird. Außerdem gibt die Flankenerkennungseinrichtung 611 bei Erkennen einer Flanke im Zeitfenster ein Signal an die Zeitfenstersetzeinrichtung 607 und an die Fehlererkennungseinrichtung 612 weiter. Die Fehlererkennungseinrichtung 612 ist mit der Impulserkennungseinrichtung 601 verbunden und erfährt z.B. von ihr, ob ein Radimpuls 401 vorliegt. Erkennt die Fehlererkennungseinrichtung 612 einen Fehler, teilt sie dieses der Zeitfenstersetzeinrichtung 607 mit, so daß diese keine neues Zeitfenster 403 öffnet. Je nachdem, ob die Fehlererkennungseinrichtung 612 einen Fehler in einem Zeitfenster erkennt, setzt die Gültigkeitssetzeinrichtung 615 im Gültigkeitsspeicher 616 ein Gültigkeitsbit, wobei z.B. ein gesetztes "1"-Bit ein gültiges Datenbit und ein gesetztes "0"-Bit ein fehlerhaftes und damit ungültiges Datenbit anzeigen kann. Über die Leitung 112 können die Daten- und Gültigkeitsbits ausgelesen und einer Decodiereinrichtung 103 gemäß Fig. 1 zugeführt werden.

In Fig. 7 sind gemäß einer erfindungsgemäßen Ausführungsform verschiedene Signalverläufe, zugehörige Zählerstände 701, 702 des zweiten Zählers 609 sowie Zeitfenster 403 dargestellt. Oben in der Fig. 7 sind zwei Datenflanken 402a,b mit den sie umgebenden Zeitfenstern 403a,b und darunter der Zählerstand 701 des zweiten Zählers 609 dargestellt. Der zweite Zähler 609 wird zurückgesetzt und erneut gestartet, wenn in einem Zeitfenster 403a eine Datenflanke 402a er-

kannt wird. Wenn er danach einen der dritten Zeitdauer t_3 entsprechenden Wert erreicht hat, wird das Zeitfenster 403a, in dem die Datenflanke 402a erkannt wurde, geschlossen. Der zweite Zähler 609 zählt weiter. Wenn er einen der ersten Zeitdauer t_1 entsprechenden Wert erreicht hat, wird ein neues Zeitfenster 403b geöffnet. Der zweite Zähler 609 zählt weiter und wird erst zurückgesetzt, wenn im neuen Zeitfenster 403b eine Datenflanke 402b erkannt wird.

Tritt der Fall ein, daß in einem geöffneten Zeitfenster 403c eine Flanke spät oder gar nicht auftritt, so wird entsprechend dem unteren Teil der Fig. 7 verfahren. Dort ist ein Signalverlauf mit nur einer Datenflanke 402a und zwei Zeitfenstern 403a,c und der zugehörige Stand 702 des zweiten Zählers 609 dargestellt. Der zweite Zähler 609 wird wieder bei Erkennen der Datenflanke 402a im ersten Zeitfenster 403a zurückgesetzt und erneut gestartet. Das Zeitfenster 403a wird wie oben beschrieben geschlossen und eine neues Zeitfenster 403c nach entsprechendem Zählerstand geöffnet. Der zweite Zähler 609 zählt solange, bis er den der sechsten Zeitdauer t_6 entsprechenden Wert erreicht hat.

Obwohl bis dahin keine Flanke im geöffneten Zeitfenster 403c erkannt wurde, wird er nun trotzdem zurückgesetzt und erneut gestartet. Dann wird das Zeitfenster 403c wie üblich nach der dritten Zeitdauer t_3 geschlossen. Tritt doch noch eine Flanke nach dem Zurücksetzen des zweiten Zählers 609 im geöffneten Zeitfenster 403c auf, so wird der zweite Zähler 609 wieder zurückgesetzt und neu gestartet und das Zeitfenster 403c nach einer weiteren Zeitdauer t_3 geschlossen. Anders gesagt muß demnach innerhalb einer zweiten Zeitdauer t_2 nach Öffnen eines Zeitfensters 403 eine Flanke erkannt worden sein, sonst wird das Zeitfenster 403 wieder

- 19 -

geschlossen. Die zweite Zeitdauer t_2 läßt sich aus den Zeitdauern t_1 , t_3 und t_6 wie folgt ermitteln:

$$t_2 = t_6 - t_1 + t_3.$$

Die Zeitdauern t_1 , t_3 und t_6 werden vorzugsweise wie folgt festgelegt:

$$t_1 = t_m / 2 + Dt,$$

$$t_3 = t_m / 4,$$

$$t_6 = t_m.$$

Dabei wird die positive vierte Zeitdauer Dt z.B. in Abhängigkeit von der Dauer der abfallenden Flanke des Rad- 401 oder Hilfsimpulses 501 und/oder der Datenflanken 402 (ansteigend oder abfallend) und/oder der Zeitkonstante t_m ermittelt. Im optimalen Fall, wenn t_m gleich dem Codiertakt ist, gilt vorzugsweise $Dt = t_m / 4$.

Wird in einem Zeitfenster 403c keine Flanke erkannt, so erkennt die Fehlererkennungseinrichtung 612 einen Fehler. Weitere Fehlermöglichkeiten, die von der Fehlererkennungseinrichtung 612 erkannt werden können, sind in Fig. 8 dargestellt. Betrachtet wird in Fig. 8a und Fig. 8b jeweils das Zeitfenster 403d,e. Im ersten Fall der Fig. 8a werden im genannten Zeitfenster 403d zwei Flanken erkannt. Die zweite Flanke kann z.B. die ansteigende Flanke eines Radimpulses 401 oder eine Zwischen- 404 oder Datenflanke 402 eines Datenimpulses 405 sein. Die Fehlererkennungseinrichtung 612 erkennt z.B. einen Fehler, wenn mehr als eine

- 20 -

Flanke in einem Zeitfenster 403 erkannt wird. Sie veranlaßt dann die Gültigkeitssetzeinrichtung 615 dazu, ein Gültigkeitsbit, das ein fehlerhaftes Datenbit anzeigt, zu setzen. Handelt es sich bei der zweiten erkannten Flanke um eine ansteigende Flanke eines Radimpulses 401, so wird dessen Breite t_m von der ersten Ermittlungseinrichtung 605 ermittelt, worauf eine erneute Datenaufbereitung erfolgen kann.

Dasselbe gilt für den in Fig. 8b dargestellten Fall. Dort wird im Zeitfenster 403e zwar nur eine Flanke erkannt, diese ist aber die ansteigende Flanke eines Radimpulses 401. Diese wird dadurch erkannt, daß der Radimpuls 401 während des geöffneten Zeitfensters 403 den Schwellenwert SW2 überschreitet. Deshalb ist die dritte Zeitdauer t_3 vorzugsweise länger als die Zeit, die ein Radimpuls braucht, um nach Überschreiten des ersten Schwellenwertes SW1 den zweiten Schwellenwert SW2 zu überschreiten. Dann erkennt die Fehlererkennungseinrichtung 612 einen Fehler, worauf wiederum ein entsprechendes Gültigkeitsbit gesetzt wird. Wenn in der Datenübertragung auch ein Paritybit (z.B. als letztes Datenbit) gesendet wird, wird bei einer Fehlererkennung des Paritybits vorzugsweise nicht nur das entsprechende Gültigkeitsbit gesetzt, sondern es werden alle Gültigkeitsbits gesetzt. Der Radimpuls 401 wird wiederum von der ersten Ermittlungseinrichtung 605 vermessen, woraufhin eine erneute Datenaufbereitung für den Folgezyklus beginnen kann.

Erkennt die Fehlererkennungseinrichtung 612 einen Fehler, werden die Datenaufbereitung abgebrochen und alle folgenden Datenbits solange nicht aufbereitet, bis wieder ein Rad-401 oder Hilfsimpuls 501 aufgetreten ist. Dieses ist am Beispiel einer in einem Zeitfenster 403 nicht auftretenden Flanke in Fig. 5 gezeigt. Dort wird im Zeitfenster 403f

keine Flanke erkannt und somit die weitere Aufbereitung von Daten dadurch beendet, daß kein weiteres Zeitfenster 403 geöffnet wird. Die nachfolgenden Datenimpulse 405 werden quasi ignoriert.

Vorzugsweise stellt jedes Datenbit für sich eine einzelne Information wie z.B. Bremsenverschleiß oder Bremsentemperatur dar. Es handelt sich dabei z.B. um eine Ja/Nein- oder OK/nicht-OK-Information. So kann eine logische 1 eine zulässige und eine logische 0 eine unzulässige Bremsentemperatur anzeigen. Andere Informationen, z.B. analoge Signale, können auch durch Kombination mehrerer Datenbits dargestellt werden. Die Datenbits weisen vorzugsweise eine Priorität auf. Das erste Datenbit ist das wichtigste, das die wichtigste Information trägt und so häufig wie möglich übertragen werden sollte, und das letzte Datenbit hat die niedrigste Priorität, da diese eine weniger wichtige Information anzeigt. Damit ist es akzeptabel, daß bei einer fehlerhaften Übertragung oder bei großen Radgeschwindigkeiten die hinteren Bits nicht aufbereitet werden. Vorzugsweise wird als letztes Bit ein Paritybit gesendet. Die Definition des Paritybits, z.B. gerade oder ungerade Parity, muß zwischen Sender und Empfänger vereinbart werden. Bei einer fehlerfreien Übertragung wird die Datenaufbereitung beendet, wenn die maximale Anzahl A_B von aufzubereitenden Datenbits aufbereitet wurde, d.h., dann wird solange kein Zeitfenster 403 mehr geöffnet, bis ein erneuter Rad- 401 bzw. Hilfsimpuls 501 aufgetreten ist.

Der Datenspeicher 614 kann so bemessen sein, daß er gerade die maximale Anzahl A_B von aufzubereitenden Datenbits aufnehmen kann, also vorzugsweise 9 Bit. Er kann aber auch größer sein, um z.B. noch weitere Informationsbits zu spei-

- 22 -

chern. Der Gültigkeitsspeicher 616 ist vorzugsweise so aufgebaut, daß er für jedes Datenbit ein entsprechendes Gültigkeitsbit enthält. Er könnte aber z.B. auch nur anzeigen, ab welchem Datenbit die Datenbits ungültig sind, oder noch anders aufgebaut sein. Die Gültigkeitssetzeinrichtung 615 setzt dann entsprechend mindestens ein Gültigkeitsbit, vorzugsweise aber für jedes aufzubereitende Datenbit ein Gültigkeitsbit.

Fig. 9 zeigt eine konkretere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. In ihr ist unter anderem das Konzept einer "state machine" 901 verwirklicht. Bevor die Schaltung nach Fig. 9 erläutert wird, wird die Arbeitsweise der state machine 901 bezugnehmend auf Fig. 10 erläutert.

Vor dem Einlaufen entweder eines Radimpulses 401 oder eines Hilfsimpulses 501 befindet sich die Schaltung im Ruhezustand 1000 (State 0). Sie empfängt keine Daten und führt keine besonderen Maßnahmen aus. Sobald eine steigende Flanke erkannt wird (weil die Amplitude den ersten Schwellenwert SW1 überschreitet), geht sie in den Zustand 1002 (State 2) über, in dem mit der Ausmessung eines Hilfsimpulses 501 begonnen wird. Wird im weiteren Verlauf auch der zweite Schwellenwert SW2 überschritten, wird in den Zustand 1001 (State 1) übergegangen, in dem die Pulsbreite des Radimpulses 401 ausgemessen wird. Es kann auch der Fall eintreten, daß der Impulsanstieg so schnell ist, daß das Überschreiten des ersten Schwellenwertes SW1 nicht getrennt vom Überschreiten des zweiten Schwellenwertes SW2 wahrgenommen wird. Es wird dann direkt vom Zustand State 0 1000 in den Zustand State 1 1001 übergegangen. Wird der erste Schwellenwert SW1 wieder unterschritten, wird in den Zustand 1003 (State 3) übergegangen, in dem mit der Aufbereitung der empfangenen Datenflanken 402 begonnen wird. Ist dies been-

det, wird wieder in den Zustand State 0 1000 übergegangen. Die Zustandsübergänge finden demnach im wesentlichen nach Maßgabe der Schwellenwertentscheidungen statt.

In Fig. 9 werden die Signalimpulse über die Leitung 105 der Schaltung zugeführt. Dort wird das Signal in der Schwellenwertvergleichseinrichtung 602 z.B. mit den Schwellenwerten SW0, SW1, SW2 und SW3 verglichen, wobei am Ausgang der Schwellenwertvergleichseinrichtung 602 die vier Amplitudenbereiche bzw. Signale I_0 , I_F , I_R und $I_{H,D}$ gemäß Fig. 3 angezeigt werden. Die Fehlersignale I_0 und I_F können danach z.B. einer Einrichtung zur Fehlerbehebung (nicht gezeigt) zugeführt werden. Das Radsignal I_R kann einer Einrichtung zur Bestimmung der Radgeschwindigkeit (nicht gezeigt) zugeführt werden. 901 ist die state machine, die die relevanten Amplitudensignale von der Schwellenwertvergleichseinrichtung 602 empfängt und aufgrund der Änderung dieser Signale einzelne Schaltungskomponenten in Betrieb setzt. Wenn im Zustand State 0 1000 ein Puls vom Amplitudenbereich I_0 in den Amplitudenbereich $I_{H,D}$ übergeht, was z.B. durch einen Wechsel des Signals $I_{H,D}$ von einer logischen "0" auf eine logische "1" angezeigt werden kann, und das Ausgangssignal 906 des dritten Zählers 502 z.B. eine logische 1 anzeigt, weil der dritte Zähler den Zählerstand t_5 erreicht hat, geht das Signal State 2 z.B. auf logisch 1, woraufhin der erste Zähler 606 gestartet wird, um die Breite des Hilfsimpulses 501 auszumessen. Die erste Logik 903 steuert dabei den ersten 606 und zweiten Zähler 609, indem sie z.B. die beiden Zähler 606, 609 mit dem Takt des Oszillators taktet und sie zurücksetzt und neu startet. Erreicht das Eingangssignal auch den Amplitudenbereich I_R , so zeigt z.B. auch das Signal I_R eine logische 1, das der state machine

- 24 -

901 zugeführt wird. Entsprechend dem Übergang in den Zustand State 1 1001 zeigt das Signal State 1 dann z.B. eine logische 1. Die erste Logik 903 setzt daraufhin der ersten Zähler 606 zurück und startet ihn neu, um die Breite des Radimpulses 401 auszumessen. Der erste Zähler 606 hört auf zu zählen, wenn der Pulsbereich $I_{H,D}$ wieder unterschritten wird und damit z.B. die beiden Signale I_R und $I_{H,D}$ eine logische 0 anzeigen.

Nachdem (im Zustand State 2) ein Hilfsimpuls oder (im Zustand State 1) ein Radimpuls ausgemessen wurde, wird in den Zustand State 3 1003 übergegangen und damit der dritte Zähler 502 gestartet. Die Aufbereitung der Daten kann nun erfolgen. Der zweite Zähler 609 wird für das Öffnen des ersten Zeitfensters 403 nach Erkennung eines Rad- 401 oder Hilfsimpulses 501 zurückgesetzt und neu gestartet, wenn z.B. der Radimpuls 401 den zweiten Schwellenwert SW2 oder der Hilfsimpuls 501 den ersten Schwellenwert SW1 unterschreitet, da vorzugsweise dann die Messung der Pulsbreite t_m beendet wird. Danach wird der zweite Zähler 609 wieder zurückgesetzt und neu gestartet, wenn der zweite Zähler 609 bis t_6 gezählt hat, wobei in dieser Ausführungsform $t_6 = t_m$ ist, oder wenn der zweite Zähler mindestens bis t_1 gezählt hat und in der zweiten Logik 904 ein Wechsel des Signals $I_{H,D}$ von logisch 0 auf logisch 1 oder umgekehrt erkannt, d.h. eine Flanke in einem geöffneten Zeitfenster 403 erkannt wird. Der ersten Logik 903 wird durch das Ausgangssignal 905 der zweiten Logik 904 mitgeteilt, wann sie den zweiten Zähler 609 zurücksetzen soll.

Die Werte t_1 und t_3 für das Öffnen und Schließen eines Zeitfensters 403 werden in der zweiten Ermittlungseinrich-

- 25 -

tung 608, der vom ersten Zähler 606 einen der Zeitkonstante t_m entsprechenden Wert, der Einfachheit halber auch mit t_m bezeichnet, zugeführt wird, ermittelt und an die zweite Logik 904 weitergegeben. Die zweite Logik 904 erhält ebenso vom ersten Zähler 606 den Wert t_m und vergleicht den Stand des zweiten Zählers 609 mit den Werten $t_6 = t_m$, t_1 und t_3 . Hierbei ist die sechste Zeitdauer t_6 gleich der Zeitkonstante t_m und braucht deshalb von der zweiten Ermittlungseinrichtung 608 nicht ermittelt zu werden. Die sechste Zeitdauer kann aber auch wie in Fig. 6 als ein anderer Wert ermittelt werden.

Die erkannte Flanke wird als Datenbit im Datenspeicher 614 je nach Codierung abgespeichert und ein entsprechendes Gültigkeitsbit im Gültigkeitsspeicher 616 abgespeichert. Dieses kann z.B. nach dem Schließen eines entsprechenden Zeitfensters 403 erfolgen, damit während des geöffneten Fensters 403 eine Fehlererkennung durchgeführt und danach das entsprechende Gültigkeitsbit gesetzt werden kann. Die Daten- und Gültigkeitsbits können über die Leitung 112 ausgelesen werden.

Die Aufbereitung wird solange durchgeführt, bis z.B. der dritte Zähler 502 bis zur Zeitdauer t_5 gezählt hat oder ein neuer Radimpuls 401 erkannt wird. Im ersten Fall wird in den Zustand State 0 1000 übergegangen, im zweiten in den Zustand State 2 1002.

Sind die Daten z.B. wie in Fig. 2 amplitudencodiert, so ist es denkbar, daß das Signal zu bestimmten Zeitpunkten abgetastet wird, wobei die Zeitpunkte in Abhängigkeit von der Zeitkonstante t_m ausgehend von Signalflanken ausgewählt

- 26 -

werden. Die Signalflanken können z.B. Datenflanken sein,
wobei dann z.B. nach der Zeit $t_m / 2$ nach einer Datenflanke
das Signal abgetastet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten eines empfangenen Signals, das Daten codiert übermittelt, wobei die Codierung der einzelnen Daten mit einem bestimmten Codiertakt erfolgte und das Signal nach Maßgabe des Codiertaktes erzeugte Flanken aufweist,

gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Ermitteln einer nach Maßgabe des Codiertaktes gesetzten Zeitkonstante (t_m) aus dem empfangenen Signal,
 - Aufbereiten eines ersten Signalteils, der eine erste Flanke hat, zu einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) gesetzten ersten Zeitpunkt oder in einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) gesetzten ersten Zeitfenster (403), und
 - Aufbereiten eines zweiten Signalanteils zu einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) und in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der ersten Flanke gesetzten zweiten Zeitpunkt oder in einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) und in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der ersten Flanke gesetzten zweiten Zeitfenster (403).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Daten diskrete, vorzugsweise binäre Daten sind.
 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß

die Daten flankencodiert sind und im empfangenen Signal in einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) ausgehend von einer zuvor, insbesondere zuletzt erkannten Flanke gesetzten Zeitfenster (403) eine weitere Flanke erkannt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, daß das übermittelte Signal unterscheidbare Impulse aufweist und die Zeitkonstante (t_m) nach Maßgabe der Zeitdauer eines, insbesondere des ersten Impulses ermittelt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zeitfenster (403) ausgehend von der zuletzt erkannten Flanke nach einer nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) gesetzten ersten Zeitdauer (t_1) geöffnet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß das geöffnete Fenster nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) und insbesondere in Abhängigkeit vom Zeitpunkt einer im geöffneten Fenster ggf. erkannten Flanke wieder geschlossen wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß
 - dann, wenn innerhalb einer nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) gesetzten zweiten Zeitdauer (t_2) nach Öffnen des Zeitfensters (403) eine weitere Flanke erkannt wurde, das Zeitfenster (403) nach einer nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) gesetzten dritten Zeitdauer (t_3) nach Erkennen der weiteren Flanke

- 29 -

geschlossen wird, oder

- dann, wenn innerhalb der zweiten Zeitdauer (t_2) nach Öffnen des Zeitfensters (403) keine weitere Flanke erkannt wurde, das Fenster am Ende der zweiten Zeitdauer (t_2) geschlossen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Zeitdauern entsprechend einer oder mehrerer der folgenden Gleichungen gesetzt werden:

$$t_1 = t_m / 2 + Dt,$$

$$t_2 = 3 \cdot t_m / 4 - Dt,$$

$$t_3 = t_m / 4,$$

wobei t_m die Zeitkonstante, die gleich dem Codiertakt ist, t_1 die erste Zeitdauer, t_2 die zweite Zeitdauer, t_3 die dritte Zeitdauer, und Dt eine vierte Zeitdauer ist, die nach Maßgabe der Steilheit einer Flanke und der Zeitkonstante (t_m) bestimmt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß das übermittelte Signal von einem aktiven Sensor (107) eines Fahrzeugrades (106) gesendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Signal eines oder mehrere der folgenden Merkmale aufweist:
- der erste Signalimpuls ist ein Radimpuls (401), der zur Bestimmung der Raddrehzahl verwendet wird, und

- 30 -

weitere Signalimpulse sind Datenimpulse (405), deren Flanken (402) zur codierten Übertragung von Daten dienen, wobei beim Radstillstand senderseitig der Radimpuls (401) durch einen Hilfsimpuls (501) ersetzt wird,

- der Hilfsimpuls (501) hat eine andere Amplitude als der Radimpuls (401) und eine im wesentlichen gleiche Zeitdauer,
- die Datenimpulse (405) haben eine andere Amplitude als der Radimpuls (401),
- Hilfsimpuls (501) und Datenimpuls (405) haben eine im wesentlichen gleiche Amplitude.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß ein Fehler erkannt wird, wenn im Zeitfenster (403) keine Flanke, mehr als eine Flanke oder ein Radimpuls (401) erkannt wird, und daraufhin die Aufbereitung des Signals beendet wird.
12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Hilfsimpuls (501) eine Amplitude hat, die höher als ein erster (SW1) und niedriger als ein zweiter Schwellenwert (SW2) ist, und der Radimpuls (401) eine

Amplitude hat, die höher als der zweite Schwellenwert (SW2) ist, und wobei ein Fehler erkannt wird, wenn ein dritter Schwellenwert (SW3) überschritten wird, der höher als der zweite Schwellenwert (SW2) ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß zur Bestimmung der Zeitdauer des Radimpulses (401) die Zeitmessung beim Überschreiten des zweiten Schwellenwertes (SW2) begonnen und beim Unterschreiten des ersten Schwellenwertes (SW1) beendet wird, und wobei zur Bestimmung der Zeitdauer des Hilfsimpulses (501) die Zeitmessung beim Überschreiten des ersten Schwellenwertes (SW1) begonnen und beim Unterschreiten des ersten Schwellenwertes (SW1) beendet wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13 und 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß dann, wenn, nachdem ein Rad- (401) oder Hilfsimpuls (501) den ersten (SW1) oder zweiten Schwellenwert (SW2) unterschritten hat, innerhalb einer nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) gesetzten fünften Zeitdauer (t_5) kein weiterer Radimpuls (401) erkannt wurde, ein weiterer Impuls, der den ersten (SW1), aber nicht den zweiten Schwellenwert (SW2) überschreitet, als Hilfsimpuls (501) erkannt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß die fünfte Zeitdauer (t_5) länger als die Zeitdauer ist, die zum Übertragen der gegebenen maximalen Anzahl (A_B) von aufzubereitenden Datenbits benötigt wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15 und 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß das Zeitfenster (403) für das erste Datenbit nach der ersten Zeitdauer (t_1) geöffnet wird, wenn ein Radimpuls (401) den zweiten Schwellenwert (SW2) oder ein Hilfsimpuls (501) den ersten Schwellenwert (SW1) unterschreitet.

- 32 -

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Aufbereitung des Signals nach Erkennung eines Fehlers solange unterbrochen wird, bis ein erneuter Rad- (401) oder Hilfsimpuls (501) erkannt wird.
18. Verfahren nach Anspruch 8 und 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß die dritte Zeitdauer (t_3) größer als die Zeitdauer ist, die der Radimpuls (401) benötigt, um den zweiten Schwellenwert (SW2) nach Überschreiten des ersten Schwellenwertes (SW1) zu überschreiten.
19. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Ermittlung der Zeitkonstante (t_m) und die Aufbereitung des empfangenen Signals in Echtzeit erfolgen.
20. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Daten amplitudencodiert sind und das empfangene Signal zu einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) und ausgehend von einer zuvor, insbesondere zuletzt erkannten Flanke gesetzten Zeitpunkt abgetastet wird.
21. Vorrichtung (104) zum Aufbereiten eines empfangenen Signals, das Daten codiert übermittelt, wobei die Codierung der einzelnen Daten mit einem bestimmten Codiertakt erfolgte und das Signal nach Maßgabe des Codiertaktes erzeugte Flanken aufweist, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 19,

gekennzeichnet durch

- 33 -

- eine erste Ermittlungseinrichtung (605) zum Ermitteln einer nach Maßgabe des Codiertaktes gesetzten Zeitkonstante (t_m) aus dem empfangenen Signal,
 - einer Flankenerkennungseinrichtung (611) zum Erkennen einer Flanke in einem Zeitfenster (403), und
 - eine Zeitfenstersetzeinrichtung (607) zum Setzen eines ersten Zeitfensters (403) nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) und zum Setzen eines zweiten Zeitfensters (403) nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) und in Abhängigkeit vom Zeitpunkt einer von der Flankenerkennungseinrichtung (611) im ersten Zeitfenster (403) erkannten Flanke.
22. Vorrichtung (104) nach Anspruch 21, dadurch **gekennzeichnet**, daß sie zur Ausgabe diskreter, vorzugsweise binärer Daten ausgelegt ist.
23. Vorrichtung (104) nach Anspruch 22, dadurch **gekennzeichnet**, daß das übermittelte Signal unterscheidbare Impulse aufweist und die erste Ermittlungseinrichtung (605) die Zeitkonstante (t_m) nach Maßgabe der Zeitdauer eines, insbesondere des ersten Impulses ermittelt.
24. Vorrichtung (104) nach Anspruch 23, dadurch **gekennzeichnet**, daß sie Teil einer Fahrzeugbremsenregelung (101) ist und zum Empfang von Signalen eines aktiven Sensors (107) eines Fahrzeuggrades (106) ausgelegt ist.
25. Vorrichtung (104) nach Anspruch 23 oder 24 zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 10, **gekennzeichnet** durch eine Impulserkennungseinrichtung (601), die eine

- 34 -

Schwellenwertvergleichseinrichtung (602) aufweist, die die Amplituden der Impulse mit einem ersten (SW1), zweiten (SW2) und dritten Schwellenwert (SW3) vergleicht, wobei die Impulserkennungseinrichtung (602) einen Hilfs- (501) oder Datenimpuls (405) erkennt, wenn ein Impuls den ersten (SW1) und nicht den zweiten Schwellenwert (SW2) überschreitet, einen Radimpuls (401) erkennt, wenn ein Impuls den zweiten (SW2) und nicht den dritten Schwellenwert (SW3) überschreitet, und einen Fehler erkennt, wenn ein Impuls den dritten Schwellenwert (SW3) überschreitet.

26. Vorrichtung (104) nach Anspruch 25, dadurch **gekennzeichnet**, daß die erste Ermittlungseinrichtung (605) einen ersten Zähler (606) zur Zeitdauerbestimmung des Rad- (401) oder Hilfsimpulses (501) aufweist, der, wenn der Rad- (401) oder Hilfsimpuls (501) den ersten Schwellenwert (SW1) überschreitet, gestartet wird, ggf. zurückgesetzt und erneut gestartet wird, wenn der Radimpuls (401) den zweiten Schwellenwert (SW2) überschreitet, und angehalten wird, wenn der Rad- (401) oder Hilfsimpuls (501) den ersten Schwellenwert (SW1) unterschreitet.

27. Vorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 23 bis 26, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Zeitfenstersetzeinrichtung (607) aufweist:

- eine zweite Ermittlungseinrichtung (608) zum Ermitteln einer ersten (t_1), dritten (t_3) und sechsten Zeitdauer (t_6) nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m),
- eine erste Zeitdauervergleichseinrichtung (610), die

- 35 -

die erste (t_1), dritte (t_3) und sechste Zeitdauer (t_6) von der zweiten Ermittlungseinrichtung (608) empfängt, und

- einen zweiten Zähler (609), dessen Ausgang mit der ersten Zeitdauervergleichseinrichtung (610) verbunden ist und dessen Zählerstand das Schließen und Öffnen des Zeitfensters (403) bestimmt, wobei
 - = der zweite Zähler (609) zurückgesetzt und erneut gestartet wird, wenn die Flankenerkennungseinrichtung (611) in einem Zeitfenster (403) eine Flanke erkannt hat,
 - = die Zeitfenstersetzeinrichtung (607) ein Zeitfenster (403) schließt, wenn der zweite Zähler (609) einen ersten Zählerstand erreicht hat, der der dritten Zeitdauer (t_3) entspricht,
 - = die Zeitfenstersetzeinrichtung ein Zeitfenster (403) öffnet, wenn der zweite Zähler (609) einen zweiten Zählerstand erreicht hat, der der ersten Zeitdauer (t_1) entspricht und größer als der erste Zählerstand ist, und
 - = dann, wenn der zweite Zähler (609) einen dritten Zählerstand erreicht hat, der der sechsten Zeitdauer (t_6) entspricht und größer als der zweite Zählerstand ist, der zweite Zähler (609) zurückgesetzt und erneut gestartet wird.

28. Vorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 23 bis 27,

- 36 -

dadurch gekennzeichnet, daß die Impulserkennungseinrichtung (601) aufweist:

- einen dritten Zähler (617) zum Messen der seit dem Beginn der Aufbereitung eines Signales verstrichenen Zeit, der insbesondere dann zurückgesetzt und erneut gestartet wird, wenn ein Rad- (401) oder Hilfsimpuls (501) den ersten Schwellenwert (SW1) unterschritten hat,
- eine dritte Ermittlungseinrichtung (603) zum Ermitteln einer fünften Zeitdauer (t_5) nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m), und
- eine zweite Zeitdauervergleichseinrichtung (604), die den Stand des dritten Zählers (617) mit einem der fünften Zeitdauer (t_5) entsprechenden Wert vergleicht,

wobei dann, wenn der dritte Zähler (617) den der fünften Zeitdauer (t_5) entsprechenden Wert erreicht hat, die Impulserkennungseinrichtung (601) einen weiteren Impuls, der den ersten (SW1), aber nicht den zweiten Schwellenwert (SW2) überschreitet, als Hilfsimpuls (501) erkennt.

29. Vorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 25 bis 29, gekennzeichnet durch eine Fehlererkennungseinrichtung (612), die einen Fehler erkennt, wenn in einem Zeitfen-

- ster (403) die Flankenerkennungseinrichtung (611) keine Flanke, mehrere Flanken oder die Impulserkennungseinrichtung (601) einen Radimpuls (401) erkannt hat, und daraufhin das Aufbereiten des Signals beendet.
30. Vorrichtung (104) nach einem der Ansprüche 22 bis 30, **gekennzeichnet** durch eine Speichereinrichtung (613) zum Speichern der aufbereiteten Datenbits und zumindest eines Gültigkeitsbits.
31. Vorrichtung (104) nach Anspruch 31, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Speichereinrichtung (613) eine Gültigkeitssetzeinrichtung (615), einen Datenspeicher (614), in dem die Datenbits gespeichert werden, und einem Gültigkeitspeicher (616), in dem die Gültigkeitsbits gespeichert werden, aufweist, wobei die Gültigkeitssetzeinrichtung (615) ein Gültigkeitsbit mit einem ersten Wert setzt, wenn die Fehlererkennungseinrichtung (612) in einem Zeitfenster (403) keinen Fehler erkannt hat, und ein Gültigkeitsbit mit einem zweiten Wert setzt, wenn die Fehlererkennungseinrichtung (612) in einem Zeitfenster (403) einen Fehler erkannt hat und wobei, wenn Fehler beim Lesen des Paritybits auftreten, alle Gültigkeitsbits mit dem zweiten Wert gesetzt werden.

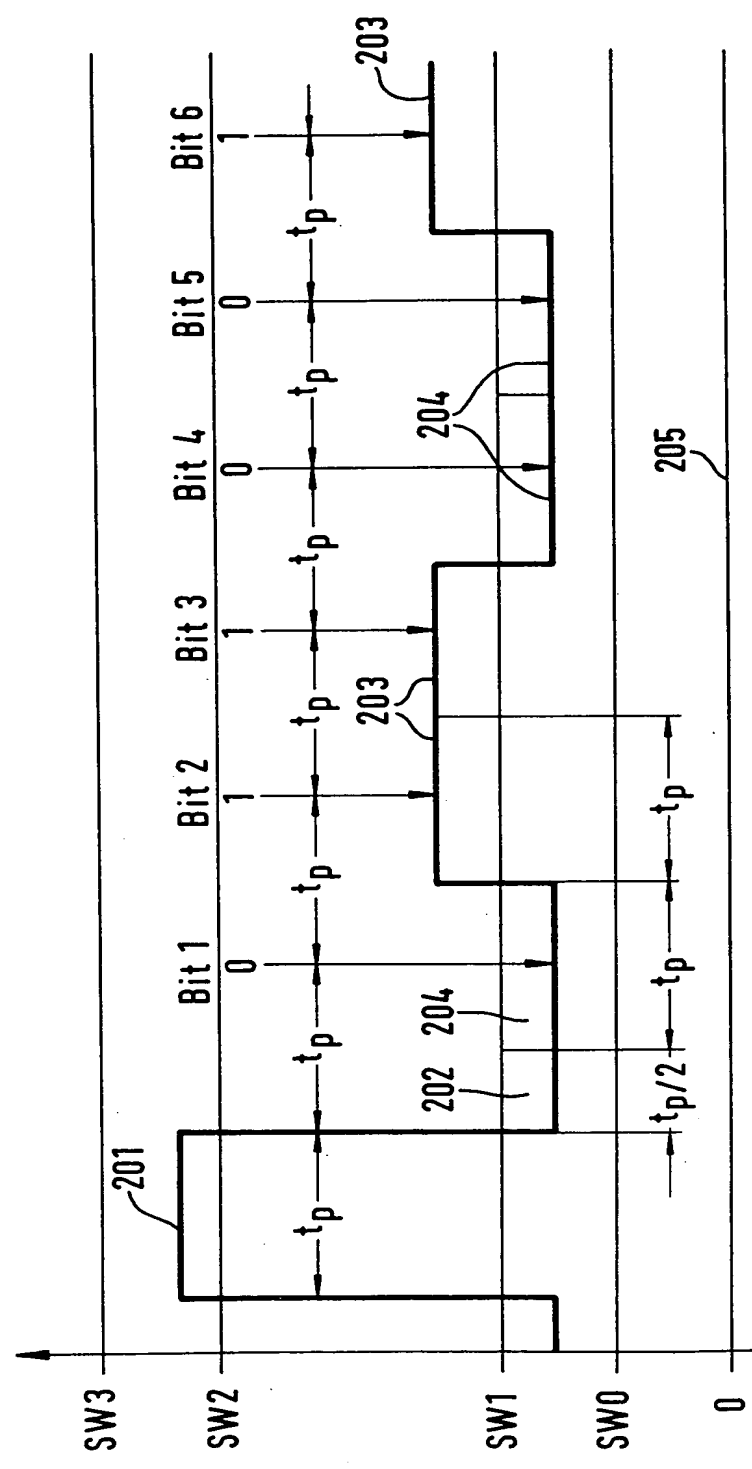
Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zum Aufbereiten eines empfangenen Signals, das Daten codiert übermittelt

Angegeben wird ein Verfahren zum Aufbereiten eines empfangenen Signals, das Daten codiert übermittelt, wobei die Codierung der einzelnen Daten mit einem bestimmten Codiertakt erfolgt und das Signal nach Maßgabe des Codiertaktes erzeugte Flanken aufweist, bei dem eine nach Maßgabe des Codiertaktes gesetzte Zeitkonstante (t_m) aus dem empfangenen Signal ermittelt wird, ein erster Signalteil, der eine erste Flanke hat, zu einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) gesetzten ersten Zeitpunkt oder in einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) gesetzten ersten Zeitfenster (403) aufbereitet wird, und ein zweiter Signalteil, der eine zweite Flanke hat, zu einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) und in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der ersten Flanke gesetzten zweiten Zeitpunkt oder in einem nach Maßgabe der Zeitkonstante (t_m) und in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der ersten Flanke gesetzten zweiten Zeitfenster (403) aufbereitet wird.

(Fig. 4)

Fig. 2



107

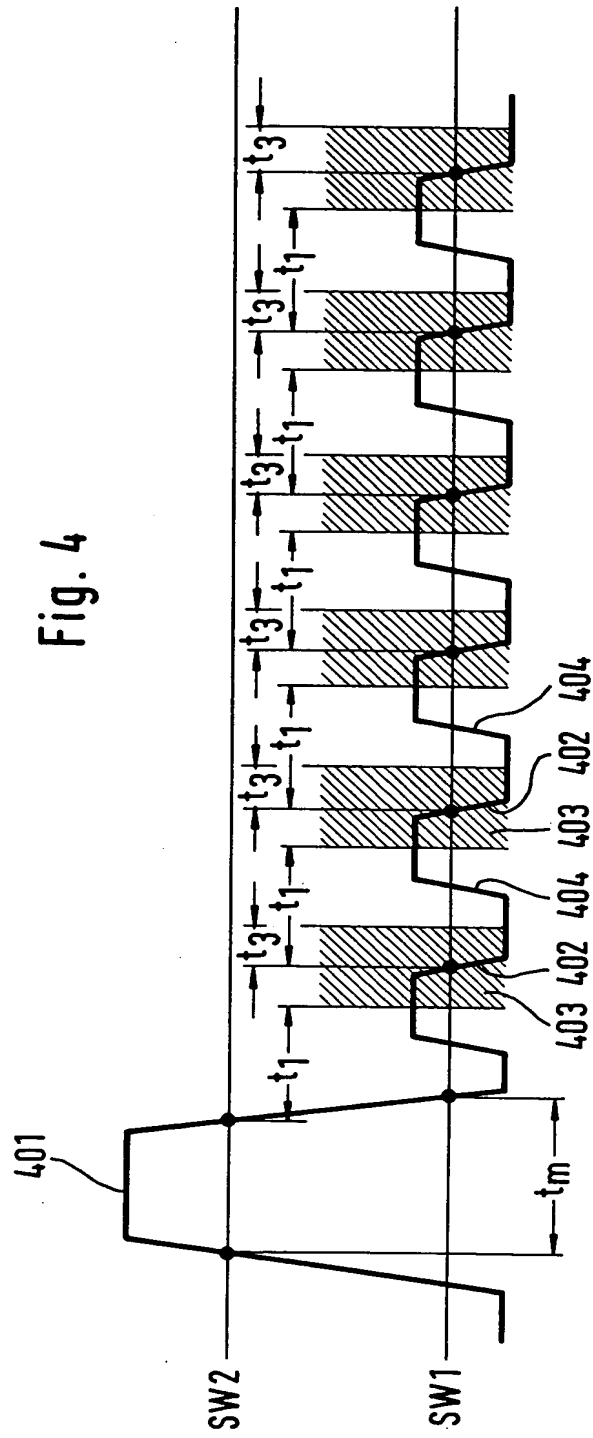
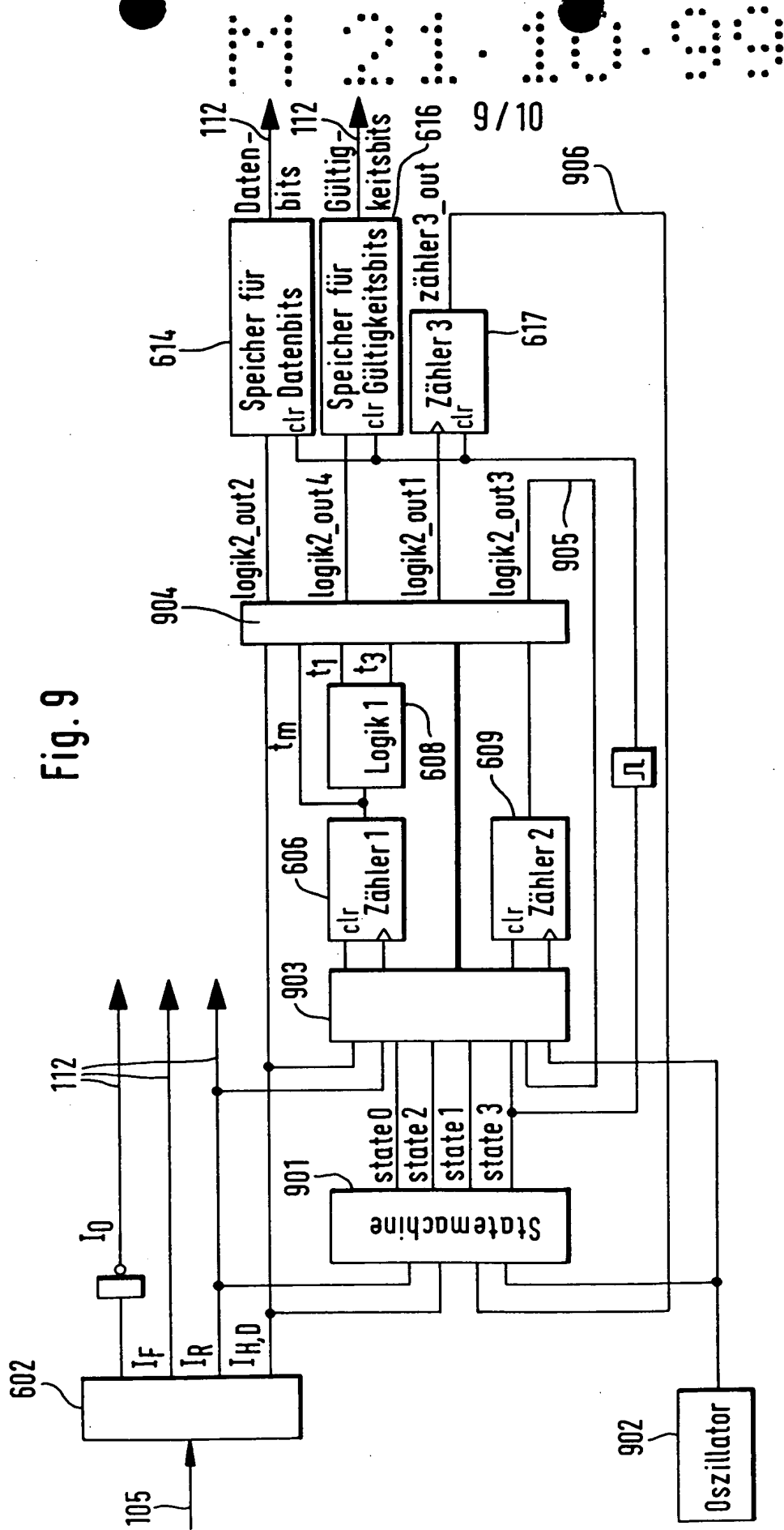


Fig. 9



11.21.20.99

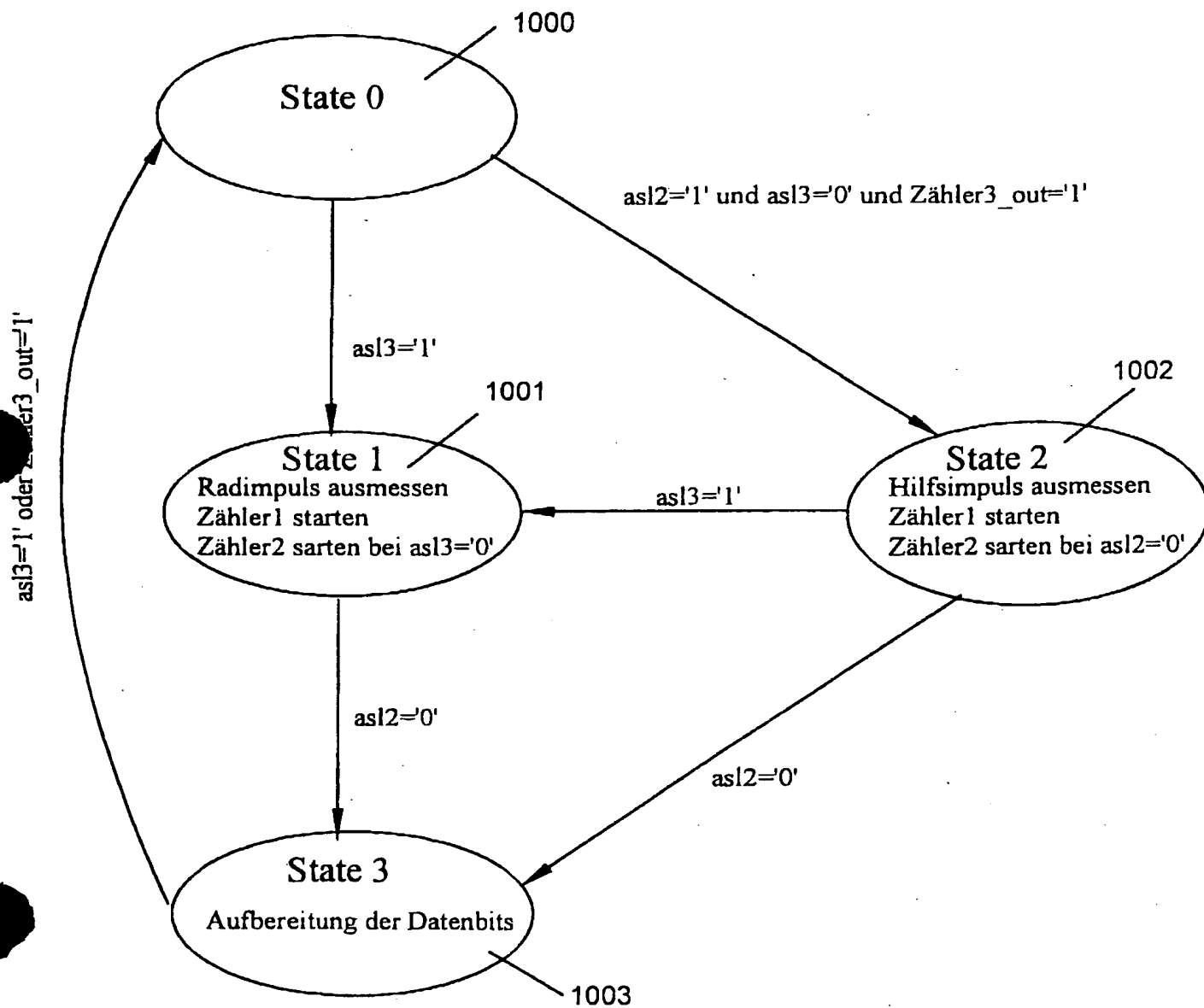


Fig. 10